Hydrogeomorphologie de la vallée du goulbin maradi au Niger
Hydrogeomorphology of the Goulbin Maradi valley in Niger

MAMADOU Ibrahim[1], SANOUSSI IBRAHIM Mahamadou Moubarak, LAOUALI NA ALLAH Mahamadou Nourou

Résumé

La vallée du Goulbin Maradi subit les effets divers de la dégradation morphologique du lit de son bassin suite aux actions combinées des variations climatiques et des actions anthropiques. L'objectif de ce travail est de caractériser la dynamique hydrogéomorphologique récente (1990-2019) de la vallée du goulbin Maradi en lien avec les facteurs météorologiques et hydrologiques. La vallée du goulbin est un cours d'eau sahélien qui se situe dans l'extrême sud de la région de Maradi (Niger). Ainsi, elle traverse en grande partie le bassin des Iullemenden en territoire nigérien. **Méthodes :** La méthode utilisée est basée sur la collecte des données, l'analyse des images Landsat et celle des données hydroclimatiques. Les images aériennes ont été traitées et analysées via l'outil du système d'information géographique QGis et les données pluviométriques via Excel.

La méthode utilisée est basée sur le croisement des images Landsat couplée à des mesures de terrain et l'analyse des données hydroclimatiques. Les paramètres morphométriques mesurés sont la largeur et la profondeur du lit aux niveaux d'une dizaine de profils en travers sur son lit d'écoulement. **Résultats :** Les résultats de l'étude montrent une évolution de lit du goulbin. De ce fait, entre 1990 et 2005, un rétrécissement de la largeur du lit dû à la faiblesse des débits véritablement morphogènes est observé. Puis de 2005 à 2019, une nouvelle dynamique est identifiée et se manifeste dans certains secteurs par une importante érosion des berges et dans d'autres par un changement du lit s'expliquant par une amélioration des écoulements. Celle-ci entraine une perte en terre considérable avec un recul de berge en moyen de1,47m/an, impactant ainsi la superficie et l'inondablité du lit majeur et augmentant de ce fait la vulnérabilité de la population riveraine. Cette étude se focalise sur l'hydrogéomorphologie de la vallée de goulbin Maradi ainsi que ses caractéristiques morphométriques. Pour freiner la dégradation par érosion des berges de cours d'eau, des stratégies de lutte mécanique et biologique doivent être envisagées. L'étude apporte sa contribution dans l'amélioration de la connaissance scientifique sur la dynamique hydrogéomorphologique des vallées de goulbi dans le centre sud nigérien.

Mots clés : dynamique, inondablité, Hydrogéomorphologie récente, goulbi, Maradi, Niger.

Abstract

The Valley of the Goulbin Maradi suffers the various effects of the morphological degradation of the bed of its basin following the combined actions of climatic variations and anthropogenic actions. The objective of this work is to characterize the recent hydrogeomorphological dynamics (1990-2019) of the Maradi goulbin valley in relation to meteorological and hydrological factors. The Goulbin Valley is a Sahelian river located in the extreme south of the

[1] Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université Zinder, BP : 656, Zinder, Niger
* auteur correspondant : imadou_ib@yahoo.fr

Maradi region (Niger). Thus, it largely crosses the Iullemenden basin in Nigerien territory.

The method used is based on data collection, Landsat image analysis and hydroclimatic data analysis. Aerial images were processed and analyzed via the QGis geographic information system tool and rainfall data via Excel. The method used is based on the crossing of Landsat images coupled with field measurements and the analysis of hydroclimatic data. The morphometric parameters measured are the width and depth of the bed at the levels of a dozen profiles across its flow bed.

The results of the study show an evolution of bed of the goulbin. As a result, between 1990 and 2005, a narrowing of the width of the bed due to the weakness of the truly morphogenic flows is observed. Then from 2005 to 2019, a new dynamic is identified and manifests itself in some areas by a significant erosion of the banks and in others by a change of the bed explained by an improvement in flows. This leads to a considerable loss of land with a retreat of the bank on average of 1.47m / year, thus impacting the area and flooding of the major bed and thus increasing the vulnerability of the riparian population. This study focuses on the hydrogeomorphology of the Maradi goulbin valley and its morphometric characteristics. To curb erosion degradation of river banks, mechanical and biological control strategies must be considered. This study focuses on the hydrogeomorphology of the Maradi goulbin valley and its morphometric characteristics. To curb erosion degradation of river banks, mechanical and biological control strategies must be considered. The study contributes to the improvement of scientific knowledge on the hydrogeomorphological dynamics of the goulbi valleys in south-central Nig

Keywords : dynamic, recent hydrogeomorphology, goulbi, Maradi, Niger.

1. Introduction

Dans les pays sahéliens, la pauvreté, la famine, les sècheresses, la croissance rapide de la population et la variabilité du climat constituent les principaux obstacles pour le développement socio-économique. En effet, la variabilité climatique se manifeste par une perturbation du calendrier agricole (Amadou Boukary, 2019 ; Adewi *et al*., 2010 ; Abdou Bagna, 2016), par une mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluie (Bodian *et al.*, 2011) et une exacerbation des évènements extrêmes (Koumassi *et al.,* 2014 ; Karimou *et al.*, 2015). Selon le Giec (2012), les évènements exceptionnels peuvent avoir des lourdes répercussions sur le plan humain, écologique ou physique. Par ailleurs, les évènements extrêmes sont responsables de divers phénomènes. Des études récentes montrent une modification des unités hydro géomorphologiques (Bouzou Moussa *et al.,* 2009 ; Bouzou Moussa., et *al.,* 2011 ; Hiernaux et Houerou, 2006) qui résulte de l'augmentation des cumuls pluviométriques depuis les années 1990 (Descroix *et al.,* 2015b). Elle se manifeste par une accélération des écoulements (Malam, 2016), une importante érosion et accumulation des sols qui s'observent dans les lits des cours d'eau (Mamadou, 2006 ; Mamadou, 2012) et par recul des berges des kori (Abba, 2005).

Nombreux sont les écrits qui ont montré différents changements intervenus dans la pratique et l'utilisation des sols qui sont les facteurs essentiels des dynamiques récentes. L'une des modifications majeures étudiées par les chercheurs est le paradoxe hydrologique au sahel. Il se manifeste par une augmentation des débits de ruissellements dans les bassins, une augmentation des débits solides et une remontée de la nappe phréatique (Christian et Maud, 1997 ; Malam, 2007 ; Malam, 2014 ; Descroix *et al*., 2017). De même, Mahe *et al*., (2011) montrent que l'augmentation des débits au niveau des cours d'eau est la conséquence de la dégradation des terres (surface nue, espace de culture) qui sont plus productives en ruissellement que les espaces naturels. (Mamadou, 2012) explique que les ruissellements sont la cause principale de l'érosion. Ce qui justifie dans l'espace sahélien, un important apport des sédiments dans les cours et points d'eau (Collinet et Patrick, 2005, Moussa *et al*., 2018). En effet, les abords des cours et points d'eau sont depuis longtemps considérés tels des espaces de cultures par excellence pour la population rurale nigérienne. Ils offrent des possibilités pour une agriculture sous pluie et de contre saison. Cependant, ces

derniers sont sujets à l'ensablement de leurs fonds, une extension des surfaces des cours d'eau les drainant. Or, cette extension se fait au détriment des ressources limitées qui sont les zones inondables.

C'est en ce sens qu'il est nécessaire de poser un certain nombre d'interrogations dont la principale est : comment se manifeste l'évolution des unités hydro géomorphologiques dans la vallée du goulbin Maradi ces trois dernières décennies ?
L'objectif de ce travail est de caractériser la dynamique hydro géomorphologique de la vallée du goulbin Maradi de 1990 à nos jours. L'étude suppose que les unités hydro géomorphologiques de la vallée du goulbin Maradi ont connus une évolution ces trente dernières années.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Présentation de la zone d'étude

Le sous bassin du goulbin Maradi, draine les départements de Madarounfa et de Guidan-Roumdji dans l'extrême Sud et Ouest de la région. Il se localise d'amont en aval entre les latitudes 13°08' et 13°39'21''Nord et les longitudes 7°12'et 6°27'2''Est et couvre une superficie de 6638km². C'est un cours d'eau sec sahélien à écoulement saisonnier entre mai et septembre. Le cours principal (goulbi) est incisé depuis une altitude voisine de 650m au Nigeria où il prend sa source à 75 km environ dans le Nord-Ouest de Kano. Il traverse le Niger sur une distance de 120 km où il forme une boucle avant de rejoindre la Rima de Sokoto dont il est l'un des affluents (Carre, 1973). Le réseau hydrographique du bassin du goulbi est dense et drainant plusieurs sous drains de différents ordres sur une altitude de proche 370m confluents vers le chenal principal à une altitude basse voisine de 330m.

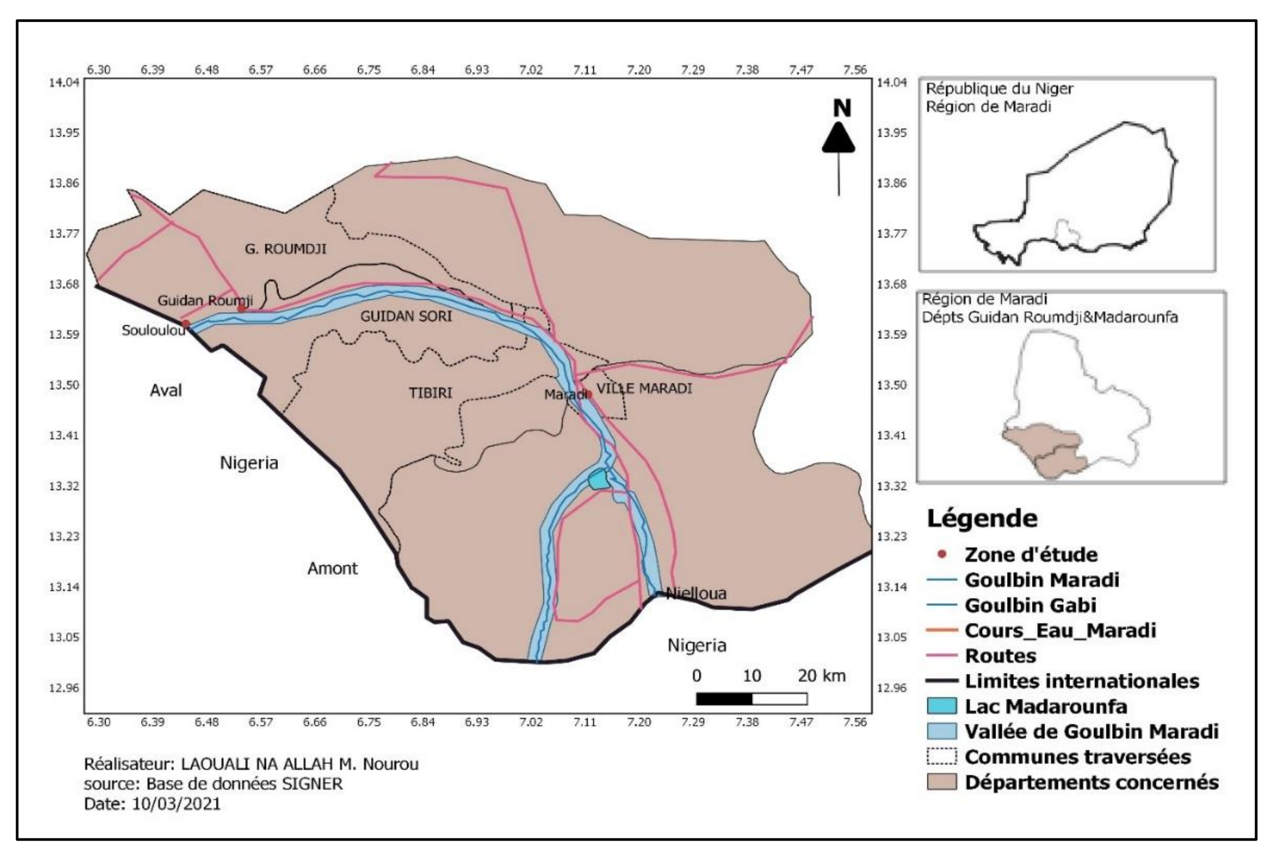


Figure 1- Présentation du réseau hydrographique de vallée du goulbi Maradi

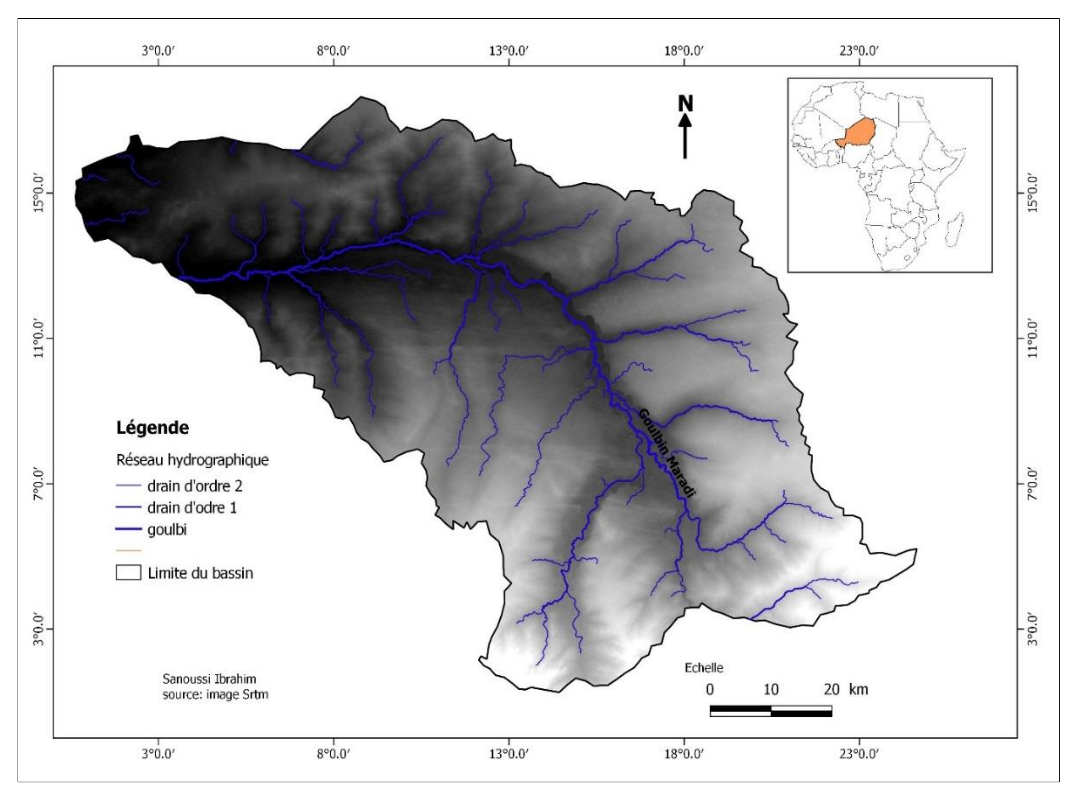


Figure 2- Réseau de drainage et bassin du goulbi Maradi au Niger.

Le régime hydrologique du goulbi est de type tropical à tendance sahélienne bien marqué car très calqué par les précipitations dans le bassin (Mamadou, 2001). Les apports hydriques annuels moyens en amont sont environ 220 millions de m^3 (Moumouni, 2015). Néanmoins, la construction d'un barrage sur le bassin amont (au Nigeria) depuis les années 1990 a apporté une mutation du flux liquide transitant causant par ailleurs une inondabilité aléatoire du lit majeur dans le secteur nigérien. Le lit majeur et/ou zone inondable est aussi bien présent avec une largeur qui varie de 1 à 4 km d'amont en aval et une moyenne de 2 Km. Le lit mineur du goulbi est bien marqué sur tout le long de son cours avec une pente moyenne de 0.06% sous une forme en méandre.

L'ensemble du bassin nigérien connait un climat continental sahélien caractérisé par des précipitations annuelles moyennes comprises entre 500 et 600mm repartis entre juin et octobre (DRS/Maradi, 2016). La température moyenne est de 21 °C avec un maxima de 41°C observé en avril et descendant d'un minima de 14.7 °C en janvier. L'évapotranspiration potentielle est maximale au mois de Mars (218 mm) avec cumul moyen annuel de 2178mm. Par contre, elle diminue régulièrement et parallèlement à l'augmentation de l'humidité atmosphérique entraînée par la remontée du Front Inter-Tropical (FIT). Les plus faibles valeurs sont enregistrées en Août (162 mm) et Septembre (155 mm). C'est dans cette période que le Goulbi enregistre ses plus hautes eaux. En ce qui concerne l'humidité de l'air, elle est variable en fonction des vents dominants et est enregistrée par période. Ainsi, elle passe d'un minimum de 10 à 15% pendant la période de l'harmattan (saison sèche en février et mars) à un maximum de 98% pendant la mousson en saison pluvieuse en mois de juillet et août (DRS, 2016).

D'un point de vue géologique, le goulbi traverse en grande partie le bassin des Iullemenden. C'est ainsi que, d'amont en aval, la vallée repose sur des formations géologiques différentes. Il faut aussi dire qu'au Sud, le long de la frontière nigériane et à l'entrée de la vallée dans le secteur nigérien, affleurent des roches éruptives et métamorphiques précambriennes sans couverture d'altérites. Cette formation se retrouve plus en bas dans le village de « *Dâma*» où elle est recouverte par des couches sableuses. Au centre vers Madarounfa et Maradi et au Nord vers Guidan-Roumdji jusqu'à la sortie vers Souloulou, la vallée construit son lit sur des terrains sédimentaires de grès bariolés du continental hamadien recouverts d'alluvions anciennes et caillouteuses et d'alluvions plus récentes argilo-sableuses (Carre, 1973).

Le relief est constitué de trois unités géodynamiques que sont : le plateau (dunaire et latéritique), le glacis (d'épandage sableux et d'épendage des eaux) et la plaine (alluviale).
Dans la vallée, deux types de sols sont identifiés :
Sols ferrugineux tropicaux, en général ce sont des sols dunaires peu épais du fait de leur développement très limité en profondeur, faible en éléments nutritifs et sont entamés par une érosion hydrique accélérée (Sadda, 2014) compte de tenu de leur composition structurale (photo 1). Ils sont à faciès sableux ou limoneux et occupent une partie des plateaux et des glacis. Ils constituent également les espaces de cultures sous pluies.
Sols hydromorphes, sol en principe limoneux argileux. La teneur en argile de ces sols limite leur forte érosion. Ils constituent les sols alluvionnaires très dominants dans la vallée du goulbi (photo 2). Ils représentent l'unité de bas-fond la plus mise en valeur par les paysans. Ils conviennent parfaitement aux cultures maraîchères, céréalières sous pluie, cultures de décrue, et l'arboriculture. Mais, les techniques et outils de travail dégradent de plus en plus les sols les rendant très vulnérables à l'érosion. Pour ce qui est de la végétation est relativement dense du fait de la faible profondeur de la nappe phréatique. C'est également une végétation de savane arborée et arbustive caractérisée par une prédominance des espèces ligneuses et non ligneuses telles que: *Tamarindus indica*, *Anogeissus leiocarpus*, *Ziziphus mauritiana*, *Acacia senegalensis*, *Acacia nilotica*, *hypaene thebaica Faidherbia albida, Piliostigma reticulatum*, *Combretum glutinosum etc*. fortement anthropisée avec des espèces comme *Mangifera indica* L. (le manguier), *Psidium guajava* L. (le goyavier), *Citrus limon* L. (le citronnier), *Phoenix dactylifera* L. (le dattier) et *Citrus sinensis* L. (L'oranger) (photo 3). La figure 2 ci-dessous présente le réseau de la vallée du goulbi dans la partie du bassin nigérien.



Photo 1 : Sol dunaires ferrugineux tropicaux la vallée du goulbi



Photo 2 : Sol argileux ou hydromorphes dans la vallée du goulbi.





Photo 3 : Arboriculture de manguier et de moringa dans la vallée du goulbi Maradi.

2.2. Méthodes

2.2.1. Données disponibles

Les données pluviométriques utilisées proviennent de la direction nationale de la météorologie du Niger (DMN) et concernent deux stations pluviométriques (Maradi aéroport et Madarounfa). Ces données pluviométriques sont de bonne qualité mais de durée variable. En effet, les données de la station de Madarounfa datent de 1980 à 2004 tandis que celles de Maradi aéroport vont de 1980 à 2016. Le choix de ces deux stations obéit à deux critères : la qualité des données (données de pluies journalières pour l'essentiel) et la position géographique des stations de référence.

De plus, les données des débits émanent du Système d'Informations Environnementales sur les Ressources en Eaux et leur Modélisation (SIRREM). La collecte des données modélisées est influencée par les lacunes dont comportent les données réelles et aussi l'absence des données de plusieurs années. Sur les quatre stations de jaugeages dans le bassin du goulbi, seules les données de la station de Nielloua sont collectées du fait de leur durée et au fait qu'elle dispose de données plus ou moins récentes (2006-2015).

2.2.2. Méthodologie

La méthodologie appliquée dans le cadre de ce travail est basée sur la collecte des données, l'exploitation des images satellitaires et des mesures directes de terrain La méthodologie appliquée dans le cadre de ce travail est basée sur la collecte des données, l'exploitation des images satellitaires telles que le MNT RSTM 90 et les images aériennes spot de Google earth pro. Ensuite, la démarche s'appuie sur les données issues des observations directes de terrain et des données climatiques.

2.2.3. Interprétation des images satellitaires

Cette phase s'inspire des travaux de Ballais et al., (2007) qui stipule que la délimitation de la zone d'inondation d'un cours d'eau passe par l'interprétation des images par repérage des laisses des crues et marqueurs d'inondations passées. Afin de délimiter la zone inondable de la zone d'étude, une image SRTM 90 est analysée par la technique d'analyse spatiale. De même, des points matérialisant les limites des crues 2020 (année hydrologique exceptionnelle dans le bassin de la vallée) sont représentés sur la carte. Ces points ont été pris sur le terrain via le GPS Gamin. Des images Google Earth pro des années 1990,2005 et 2019 ont été traitées via des logiciels comme QGis 3.6.2 et QGis 2.18 pour comprendre la dynamique des lits du goulbi Maradi.

2.2.4. Mesures de terrain

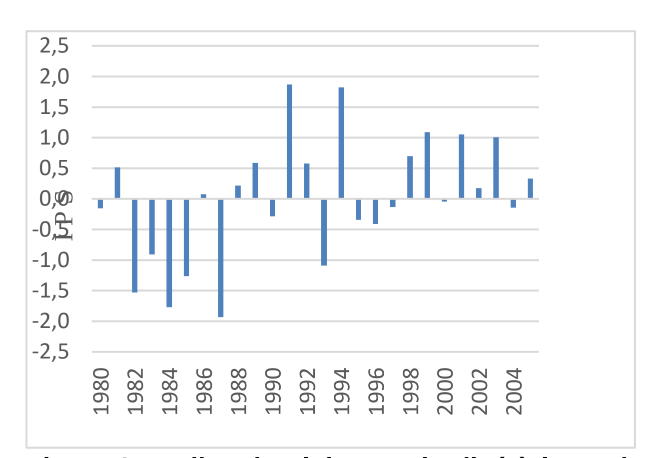
Les mesures de terrains sont effectuées sur le lit du goulbin Maradi d'amont en aval. Pour ce faire, des profils de référence sont pris. Au total 16 profils sont mesurés de long en large. La procédure consiste à mesurer à travers le mètre ruban la largeur et la profondeur des profils avant la saison de pluie (mai 2020) et après la saison pluvieuse (décembre 2020). Les deux mesures permettent d'apprécier la dynamique du lit mineur entre les deux dates de mesures. D'après Grivel (2008) : « l'étude des profils transversaux apporte sur l'évolution en plan des formes fluviales, tel que l'enfoncement des chenaux ou l'exhaussement du lit. Les vitesses d'érosion et de sédimentation et les méso formes fluviales peuvent également être évaluées ».

3. Résultats

3.1. Variables hydro climatiques

3.1.1. Analyse des données pluviométriques

A l'instar des autres pays sahéliens, le Niger a une saison de pluie influencée par l'arrivée de la mousson. Ainsi, l'analyse de la (figure 3) ci-dessous montre une alternance de deux saisons (sèche et humide) et les années déficitaires sont celles dont l'IPS est inférieur à 0 et vice versa. De 1980 à 1987, un déficit pluviométrique est enregistré dans l'ensemble des stations de références du bassin du goulbi. Il traduit dans les zones une période de sècheresse du fait de la durée des déficits (5 ans). À compter 1988, une hausse du cumul pluviométrique est observée avec quelques années déficitaires dont la pluviométrie n'atteint la moyenne. L'alternance des saisons influence les débits du cours d'eau qui, à son tour, modèle le chenal principal dans le temps et dans l'espace.



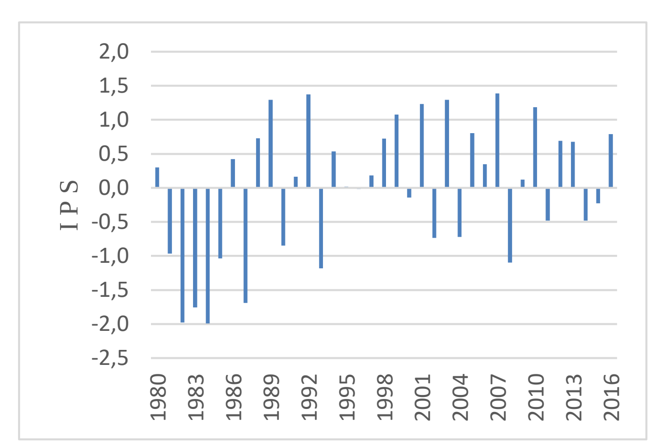


Figure 3 : Indice de pluie standardisé à la station de Maradi et de Madarounfa dans le bassin du goulbi de (1980 à 2016).

3.1.2. Régime hydrologique de la vallée du goulbi

Le régime hydrologique est déterminant pour comprendre la variation saisonnière des débits d'un cours d'eau et l'identification des périodes des basses et des hautes eaux. Le goulbi de Maradi, à l'instar des rivières tropicales, dispose d'un régime d'écoulement de type uni modal dont le mode se trouve généralement en août. Cela signifie que le fonctionnement du cours d'eau est conditionné directement par la pluie.

La (figure 4) révèle une variation rapide des débits journaliers allant des débits extrêmes faibles à ceux exceptionnellement élevés. A titre illustratif, le 6 août 2007 le débit journalier était de 11m3/s et est passé à 117m3/s le 7 août. Cette montée brusque de débit est remarquée presque chaque année. Cela prouve que le bassin amont de la vallée a une forte influence dans l'évolution des valeurs journalières du goulbi. Il détermine aussi l'inondablité de la vallée du goulbi.

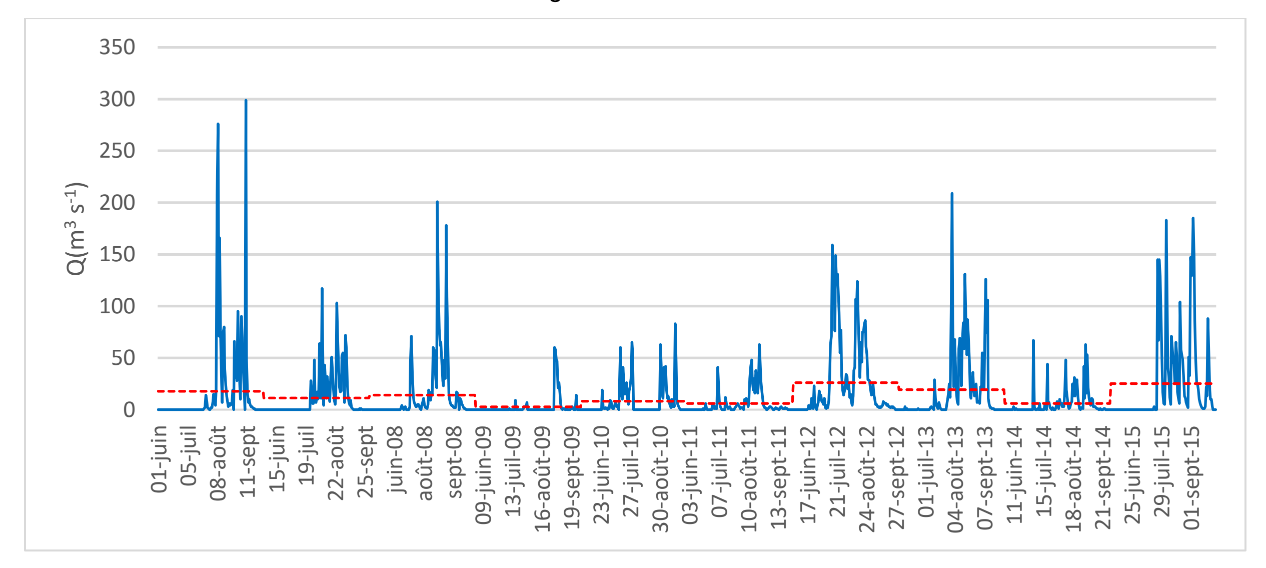


Figure 4 : Hydrogramme des débits journaliers à la station de Nielloua dans le bassin du Goulbi de (2005 à 2010).

De surcroit, l'hydrogramme des débits révèle également une fluctuation inter annuelle des débits. En effet, la moyenne de débit de 2006 est de 17,65m3/s contre 19,34m3/s en 2013. A cela s'ajoute une variation de Q max (299 m3/s en 2006 et 201 m3/s en 2012). Le régime hydrologique est caractérisé par la présence

d'une crue majeure chaque année survenant généralement en août excepté en année d'extrême déficit pluviométrique. Les deux crues majeures dans ces données ont une période de retour respectif de 5 ans.

Hydrogéomorphologie récente de la vallée du goulbin Maradi

L'hydrogéomorphologie récente de la vallée du goulbi Maradi se traduit par trois types de phénomènes : l'élargissement, le changement du lit du cours d'eau et l'encaissement. Ce dernier ne peut être vraiment décrit du fait qu'on ne dispose pas d'images pouvons permettre de le déterminer. Il sera, alors question, d'analyser la dynamique récente sur les deux les deux phénomènes (élargissement et le changement du lit).

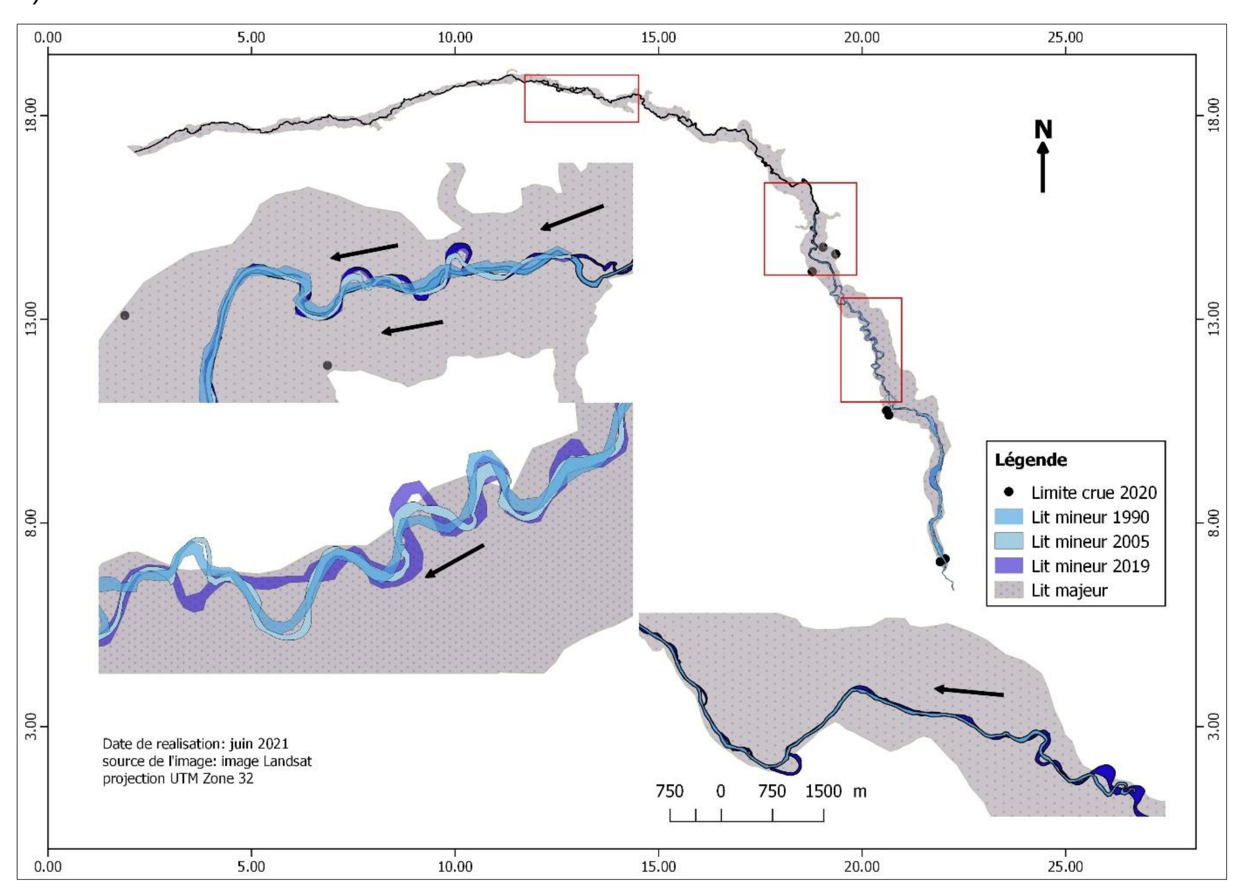


Figure 5 : Cartographie de l'hydrogéomorphologie récente des lits du goulbin Maradi.

Situation des lits entre 1990 et 2005

L'analyse des différentes images entre les deux dates (figures 4) révèle dans la partie amont du bassin, le statu quo (sans changement) du fait de la nature de la roche (fond granitique). Plus en aval, un rétrécissement du lit est observé résultant de la baisse des écoulements, le goulbi ne pouvant plus occuper l'ensemble du lit dégradé, libère une partie. Aussi, dans le secteur de Madarounfa, une avulsion est identifiée. Les zones de méandre plus instable se traduisent par une érosion de la berge concave et une accumulation sur celle convexe. Vers le secteur de Maradi, Guidan-Roumdji et vers la sortie Souloulou aval, on constate un élargissement et une fréquence de la migration du tracé du lit d'écoulement dus à la fluctuation des régimes d'écoulement. Ce qui a conséquemment impacté la superficie et l'inondabilité dans le lit majeur avec une baisse des débits d'écoulements d'environ 30% entre les années 1990 et 2005. Les lits fluviaux n'ont pas suivi une forte mutation morphologique. Cela est dû à une anthropisation non

accélérée et l'inondabilité dans le lit majeur qui est devenue aléatoire suite à la variation des régimes d'écoulements.

Situation des lits entre 1990 2019

La numérisation du tracé du lit entre 1990 et 2019 révèle une transformation de la forme du lit. En effet, en 1990 la superficie est évaluée à 1887 ha contre 2002ha en 2019. Il est constaté qu'en espace de 30 ans, 115ha sont perdus par érosion des berges. Cela explique que cette quantité de terre perdue est en partie amputée dans la superficie du lit majeur. En outre, l'analyse de la (figure 4) ci-dessous, montre une importante mobilité du lit surtout au niveau des méandres. De plus, il est remarqué que la partie amont a suivi plus de recul de berge que la partie aval. Cela explique, d'une part par la différence d'altitude et d'autre part la nature des sols.

Les mesures des longueurs réelles (Lr) et des longueurs apparentes (La) entre les deux dates témoignent encore de la dynamique de la vallée. Vraisemblablement, la longueur réelle en 1990 était de 172km comparativement à celle de 2019 estimée à 195km. Il est à noter que la longueur apparente est restée stable (120km) entre 1990 et 2019. Les indices de sinuosité sont respectivement de 1,44 et 1,62 en 1990 et 2019. Cet indice ressort une forte sinuosité du cours d'eau qui résulte d'une augmentation de débit et également de l'impact de la multiplication des ouvrages hydrauliques installés sur le lit du goulbi. De surcroit, cette situation montre que le lit du goulbin a connu une profonde mutation entre les deux dates (1990-2019). Par conséquent, une forte variabilité de l'inondabilité des eaux dans le lit majeur était constatée suite au refus du débordement constaté dans certaines années. Cela est dû non seulement à la variation des régimes d'écoulements eux-mêmes conditionnés par les régimes pluviométriques observés dans le bassin du goulbin ces dernières années, mais aussi à la mobilité fréquente et l'élargissement du lit dans certains secteurs. La largeur du lit mineur en 1990 était estimée en moyenne à 65m dans le secteur médian et aval et est évaluée à 87m en date de 2019. Cela montre que les écoulements sont toujours limités dans le lit mineur du fait de sa largeur et le lit majeur ne reçoit que des débordements en cas d'années des crues exceptionnelles.

Dynamique actuelle du lit du goulbin Maradi en 2019

La dynamique actuelle du lit mineur de la vallée est quantifiée via des mesures sur le cours d'eau principal. En effet, les mesures se sont effectuées en deux périodes : avant et après la saison des pluies. Du fait de la longueur de la vallée (120km) des profils cibles ont été mesurés d'amont en aval. Ainsi, de l'entrée du goulbi à sa sortie, 16 profils sont observés.

Le lit du goulbi de Maradi peut être divisé en trois sections distinctes.

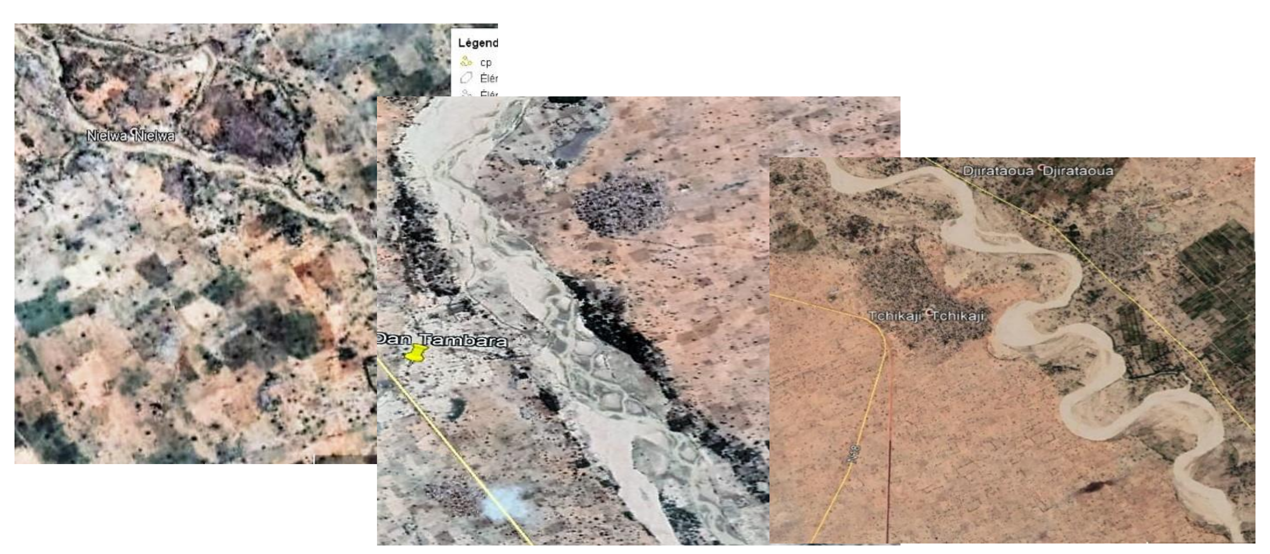


Figure 6 : Présentation des différents styles fluviaux du goulbin Maradi

Source : Image Google earth 07/07/2019

Il ressort des données des mesures, une extension du lit mineur du goulbi à travers une perte par recul des berges évaluées en moyenne à 1,47m/an et une perte en terre importante évaluée a 1408811m3/an, sur les 20641 ha que représente le lit majeur. Ce dernier constitue le support de plusieurs activités pour la population. Il est mis en valeur pendant et après la saison de pluie (culture pluviale et de contre saison). Il est net et bien présent sur tout le long de la vallée avec une extension moyenne de 2km sur toutes les rives. Il est dominé par une végétation d'arbres, d'arbustes et d'herbes discontinues. Plusieurs activités socio-économiques dépendent de ce lit du fait aussi de la faible profondeur de la nappe (10m), comme l'arboriculture des manguiers, goyaviers, papayers, citronniers, bananiers, moringa etc (photo 3) et la culture maraichère de tomate, pastèque, melon, oignon, jaxatu etc.

Discussion

Le fondement de la méthode hydrogéomorphologique des cours d'eau réside dans la distinction fréquente, à l'intérieur de la plaine alluviale fonctionnelle, de trois lits pour un cours d'eau : le lit mineur qui est occupé de façon pérenne, excepté dans les régions arides ; le lit majeur où se déversent les crues les plus importantes ; le lit moyen intermédiaire entre le lit mineur et le lit majeur, façonné par les crues les plus fréquentes (Ballais et al., 2011). Cette méthode permet, à travers une cartographie de délimiter les zones inondables sur les cours d'eau. Ce n'est qu'une simple méthode naturaliste et qualitative dont la finalité est l'élaboration d'un diagnostic du risque d'inondation grâce à une interprétation géomorphologique des cours d'eau (Ballais et al., 2007 et Wulamu et al., 2013). Or, sur goulbin Maradi, cette méthode permet de déterminer l'évolution hydrogéomorphologique récente de ses lits. Ainsi, sur la vallée du goulbin Maradi seuls deux lits ont été détectés à savoir le lit mineur et majeur. Le lit moyen reste presque absent et difficile à détecter. La différence entre les deux lits (mineur et majeur) s'observe grâce la nature des dépôts et aux talus. Le premier est à fond sableux, rocheux (socle) et parfois argileux avec des talus nets et des berges encaissées de 2m en moyenne. Le lit majeur, ses alluvions son limono-argileuse ou argilo-limono-sableuse avec un talus moins nets un peu plus dominant sur le lit mineur. Il est envahi par les eaux de débordement. Ainsi, les résultats de cette étude ont montré une dynamique récente de tous ces lits. Les résultats sur l'évolution des lits montrent une importante dégradation des lits dus à une migration perpétuelle, une augmentation de superficie et un élargissement du lit mineur conditionnée par le comportement des eaux dans la vallée. Des études antérieures ont trouvé des résultats presque similaires avec celle-ci. Les travaux de Mamadou (2001) sur les deux goulbis (Maradi et Gabi), montrent que la remontée des eaux des goulbis accompagnée de reculs successifs des rives concaves est les résultats du changement et de la variation des largeurs et de la superficie des lits des Goulbis. Daouda et al., (2015) dans la bande sud du goulbin Maradi à travers l'interprétation des images Google Earth sur 57 ans et des mesures directes sur le terrain, montrent à travers leurs résultats que le recul des berges peut atteindre 85 cm/an. La vallée du goulbin Maradi a suivi une importante mutation environnementale dans l'évolution de ses lits (mineur et majeur). Ils ont mis en évidence non seulement les activités humaines mais aussi le changement climatique suite à la variation des régimes de précipitations et ceux d'écoulements comme principaux facteurs de cette dégradation.

Conclusion

L'analyse diachronique des images satellitaires a permis de mettre en lumière la dynamique des lits de la vallée. En effet, il est constaté sur le lit majeur de la vallée une perte en terre de 115ha entre 1990 et 2019 suite à la dégradation du lit mineur. Or, le lit majeur et/ou la zone humide constitue les zones par excellence de cultures dans un contexte de forte variabilité climatique. Ainsi, les mesures réelles effectuées entre deux dates avant et après l'écoulement dans la vallée (saison sèche et après saison pluvieuse) en 2019 révèlent un recul des berges moyen de 1,47 m/an. Le calcul de l'Indice de Sinuosité (IS) montre une dégradation du lit de la vallée.

Enfin, l'interprétation des données pluviométriques et hydrologiques ont permis de mettre en évidence une fluctuation des cumuls des pluies et alternance des périodes sèches et humide dans la zone de la vallée. De plus, les données de débits montrent une variation interannuelle des volumes écoulés de la vallée du goulbi.

Ce travail se focalise sur l'hydrogéomorphologie de la vallée de goulbin Maradi ainsi que ses caractéristiques morphométriques. Pour freiner la dégradation par érosion des berges de cours d'eau, des stratégies de lutte mécanique et biologique doivent être mises en place. L'étude apporte sa contribution dans l'amélioration de la connaissance scientifique sur la dynamique hydrogéomorphologique des vallées de goulbi dans le centre sud nigérien.

Références

ABBA B., 2005. *Genèse et morpho dynamique actuelle des bas-fonds sahéliens : caractérisation des bas-fonds de birnin Lokoyo, Doutchi et Sarmo*. Mémoire de Maitrise de géographie, Université Abdou Moumouni (UAM), 113p.

ABDOU BAGNA A., 2016. Variabilité climatique et impacts : perception et adaptation des producteurs agricoles dans la vallée de la korama (Sud Zinder) au Niger. *Revue scientifique semestrielle*, *Territoires, Sociétés et Environnement (TSE),* N°008, UZ pp193-200.

BALLAIS JL., CHAVE S., DELORME-LAURENT V. & ESPOSITO C., 2007. Hydrogéomorphologie et inondablité. *Géographie physique et Quaternaire*, volume 61, numéro (1), pp75-84.

BALLAIS J.L., CHAVE S., DUPONT N., MASSON É. et PENVEN M.J., 2011. La méthode hydrogéomorphologique de détermination des zones inondables. *Physio-Géo*, collection "Ouvrages", 168 p.

ADEWI E, BADAMELI M.S K, DUBREUIL V., 2010. Evolution des saisons des pluies potentiellement utile au Togo de 1950 à 2000. *Climatologie*, vol 7, pp 89-107.

AMADOU BOUKARY M.B., 2019. *Incertitude climatique et ses conséquences sur le calendrier agricole dans le département de Mirriah (région de Zinder) analyse des données et vécu paysan*. Mémoire de master II, département de géographie, Université de Zinder (UZ), 81p.

BOUZOU M.I., OUMAROU F.M., JEAN-MARIE K.A., BENOIT S., DESCROIX L. et MAHAMAN M.A., 2009.les conséquences géomorphologiques de l'occupation du sol et changements climatiques dans un bassin-versant rural sahélien. *Sécheresse* 20 (1) pp 145-152.

BOUZOU M.I, DESCROIX L, FARAN MAIGA O, GAUTIER E., MOUSTAPHA A.M., ESTEVES M., SOULEY Y.K., MALAM A.M., MAMADOU I., LE BRETON E., & ABBA B., 2011. Les changements d'usage des sols et leurs conséquences hydrogéomorphologiques sur un bassin versant endoréique sahélien. *Sècheresse* 22 : 13-24. doi : 10.1684/sec.2011.0297.

CARRE P., 1973. Données hydrologiques de base sur le Goulbi Maradi et le lac Madarounfa. (Niger). *ORSTOM* 88p.

CHRISTIAN L. & MAUD L., 1997. Fluctuations piézométriques et évolution du couvert végétal en zone sahélien (Sud-Ouest du Niger). Sustainability of water resources under increasing uncertainty publ.no.240, pp193-200.

DAOUDA B. GARBA Z., MOUSSA I.A., BOUBA H., ABDRAHAMANE T.A., Malam A.M., MAMADOU I., ABBA B. et SOME Y.S., 2015. Dynamique de l'occupation des sols et forçage de l'érosion liée aux cours d'eau sahéliens : cas du goulbi Maradi, Territoire, Société et Environnement *; Revue scientifique semestrielle*, Université de Zinder, N°005, juillet 2015, pp.45-60. 254p.

DESCROIX L, DIONGUE N.A, PANTHOU G., BODIAN A., SANE Y., DACOSTA H, MALAM ABDOU M., VENDERVAERE J.P et QUANTIN G., 2015. Evolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest a travers deux régions : la Sénégambie et le bassin du Niger moyen. *Climatologie*, vol 12, pp 25-43.

GIEC., 2012. Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour

les besoins de l'adaptation au changement climatique. 32p.

GRIVEL S., 2008. *La Loire des îles, du Bec d'allier à Gien : rythmes d'évolution et enjeux de gestion*. Thèse de doctorat, université de paris VIII, 519p.

HIERNAUX P. & LE HOUEROU H.N., 2006. Les parcours du sahel. *Sècheresse*, vol 17, n°2, pp 51-71.

IBRAHIM M., DESCROIX L, LAURENT J.P, VAUCLIN M., AMOGU O, BOUBKRAOUI S., GALLE S., CAPPELAERE B., BOUSQUET S., 2011. Changement d'usages des sols et leurs conséquences hydro géomorphologiques sur un bassin endoréique sahélien. *Sècheresse*, vol 22, n°1, pp 13-24.

KARIMOU B.M., AMBOUTA K., SARR B., et TYCHON B., 2015. Analyse des extrêmes pluvieux dans le Sud-Est du Niger. *XXVIIIème colloque de l'association internationale de climatologie*, Liège, pp 537-542.

KOUMASSI D.H., TCHIBOZO E., A., VISSIN E. et HOUSSOU C., 2014. Analyse fréquentielle des évènements hydro pluviométriques extrêmes dans le bassin de la Sota au Benin. *Afrique Science*, pp137-148.

MALAM A.M., 2007. *Approche méthodologique pour la constitution d'une base de données pour la surveillance des systèmes hydro géomorphologiques du bassin de kori Dantiandou (degré carré de Niamey)*. Mémoire de Master, département de géographie, Université Abdou Moumouni (UAM), 115p.

MALAM A.M., 2014. *Etat de surface et fonctionnement hydrodynamique multi-échelles des bassins sahéliens : études expérimentales en zones cristallines et sédimentaires*. Thèse de doctorat de l'université de Grenoble et de l'université Abdou-Moumouni, 302p.

MALAM A.M., 2016. Hausse des écoulements sur le bassin versant de Dargol : entre facteurs anthropiques et climatiques. *Revue de Géographie Université de Ouaga I*, vol 2, pp 19-44.

MAMADOU I., 2001. *Dégradation des bas-fonds et stratégies adaptatives paysannes : cas du lac Madarounfa et son bassin d'alimentation (région de Maradi)*. Mémoire de Maitrise département de géographie, Université Abdou Moumouni (UAM), 105p.

MAMADOU I., 2006. *Erosion et ensablement dans les Koris du degré carré de Niamey-Niger*. Mémoire de DEA, département de géographie Université Abdou Moumouni (UAM), Niamey, 131p.

MAMADOU I., 2012*. Dynamique accélérée des koris de la région de Niamey et ses conséquences sur l'ensablement du fleuve*. Thèse de doctorat, département de géographie, Université Abdou Moumouni (UAM), 290p.

MOUSSA I.A., ABDOURAHAMANE T.A., HASSAN B., & GARBA Z., 2018. Dynamique du ravinement en milieu dunaire dans la partie nigérienne du bassin du bassin du Tchad. *Geo-Eco-Trop,* pp337-342.

MOUMOUNI M.S.M., 2015. *La problématique d'accès à l'eau pour l'irrigation dans la vallée du Goulbi Maradi*, Mémoire de Master de Géographie, Université Abdou Moumouni, Niamey, 106p.

REPUBLIQUE DU NIGER, Ministère du plan, Institut National de Statistique, 2016. Direction Régionale de la Statistique, Monographie régionale de Maradi, 101p.

SADDA A-S, 2015*. Etude de la dynamique de l'occupation du sol dans la commune urbaine de Tibiri (région de Maradi)*. Mémoire de master Géographie, Université Abdou Moumouni, Niamey. 91p.

WULAMU M., J.L. Ballais et Virginie D., 2013. L'applicabilité de la méthode hydrogéomorphologique au domaine aride du Xinjiang (Chine) : le cas du bassin versant du Karakash. *Physio-Géo*, Volume 2013, pp285-306.]